

Rec'd PCTO

16 DEC 2005

PCT/EP200 4 / 0 0 6 4 8 3

10/561377

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EP04/06483

REC'D 21 JUL 2004	
WIPO	PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 27 294.1

Anmeldetag: 17. Juni 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Bildaufbereitung von Röntgenbildern
sowie zugehörige Bildaufbereitungseinheit

IPC: H 05 G, G 06 F, A 61 B

BEST AVAILABLE COPY

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ozierzon

Beschreibung

Verfahren zur Bildaufbereitung von Röntgenbildern sowie zugehörige Bildaufbereitungseinheit

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bildaufbereitung von digitalen Röntgenbildern, bei dem an Bilddaten von mindestens einem Bildbearbeitungsmodul in Abhängigkeit von mindestens einem Parameter eine vorgegebene Modifikation durchgeführt wird. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf eine Bildaufbereitungseinheit zur Durchführung des genannten Verfahrens und eine, die Bildaufbereitungseinheit enthaltende Röntgenvorrichtung.

10

Seit einigen Jahren verändern digitale Röntgendetektoren die klassische Radiografie bzw. Angio- und Cardangiografie. Verschiedene Technologien der digitalen Röntgendetektion sind zum Teil schon länger im Einsatz oder stehen kurz vor der Marktreife. Zu diesen digitalen Technologien zählen u.a. Bildverstärker-Kamerasysteme, basierend auf Fernseh- oder CCD-Kameras, Speicherfoliensysteme mit integrierter oder externer Ausleseeinheit, Selen-basierte Detektoren mit elektrostatischer Auslesung und Festkörperdetektoren mit aktiven Auslesematrizen mit direkter oder indirekter Konversion der Röntgenstrahlung.

20

5

Im Gegensatz zur klassischen, mit Röntgenfilmen arbeitenden Radiografie liegt das Röntgenbild bei digitalen Röntgenvorrichtungen in elektronischer Form, d.h. in Form von Bilddaten, vor. Dies ermöglicht es, das Röntgenbild vor der Anzeige auf einem Bildschirm mit Mitteln der elektronischen Bildverarbeitung aufzubereiten, z.B. um in der medizinischen Anwendung ein zu untersuchendes Organ oder einen gesuchten krankhaften Befund besonders gut sichtbar zu machen. Gängige Methoden der digitalen Bildverarbeitung umfassen beispielsweise die pixelweise Anwendung von Kennlinien zur grauwertabhängigen Farb- oder Helligkeitsänderung des Röntgenbildes,

30

35

Filteroperationen, wie die Anwendung eines Tiefpass-, Hochpass- oder Medianfilters, frequenzband-abhängige Filterung, Kontrast- oder Helligkeitsoperationen (auch als Fensterung bezeichnet) od. dgl.

5

Die Fülle der verfügbaren Einstellparameter führt in der Regel dazu, dass dasselbe, vom Röntgendetektor gelieferte Rohbild zu Endbildern aufbereitet werden kann, die sich hinsichtlich ihres optischen Eindrucks stark unterscheiden.

10

Der erwartete und als optimal empfundene Bildeindruck unterscheidet sich jedoch im Allgemeinen von Radiologe zu Radiologe. Dies führt dazu, dass bei der Installation eines Röntgensystems in der Regel individuelle Einstellungen hinsichtlich der Bildaufbereitung vorgenommen werden müssen, um die von der Röntgenvorrichtung erzeugten Endbilder dem Geschmack bzw. der Schule der Röntgenabteilung oder sogar des einzelnen Radiologen anzupassen.

15

Dieser Einstellungsprozess muss üblicherweise in enger Zusammenarbeit der die Installation durchführenden Techniker mit den vorgesehenen Benutzern, also Radiologen oder sonstigen Applikationsfachkräften, durchgeführt werden, zumal die Einstellung der abstrakten Parameter detaillierte Kenntnisse der Bildaufbereitungstechnik voraussetzt, die bei dem in aller Regel medizinisch geschulten Applikationspersonal nicht vorausgesetzt werden kann. Die Installation der Röntgenvorrichtung ist deshalb mit erheblichem personellen und zeitlichen Aufwand verbunden. Dies liegt insbesondere auch daran, dass für jedes von der Röntgenvorrichtung aufzunehmende Organ (z.B. Thorax, Hüfte, Abdomen, Schädel, Extremitäten, etc.) jede Aufnahmeprojektion (lateral, aterior-posterior, oblique etc.) und gegebenenfalls verschiedene Generatoreinstellungen (Spannung, Strom, Filterung, Dosis) unterschiedliche Sätze von Bildbearbeitungsparametern erstellt werden müssen.

20

5

30

35

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bildaufbereitung von Röntgenbildern anzugeben, bei dem die benutzerspezifische Anpassung der zur Bildaufbereitung herangezogenen Parameter vereinfacht ist. Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, eine Bildaufbereitungseinheit sowie eine diese enthaltende Röntgenvorrichtung anzugeben, die eine vereinfachte Installation erlauben.

Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Bezüglich der zur Durchführung des Verfahrens vorgesehenen Bildaufbereitungseinheit wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 7. Danach wird mindestens einem Bildbearbeitungsmodul der Bildaufbereitungseinheit, der in Abhängigkeit von mindestens einem Parameter eine vorgegebene Modifikation der Bilddaten durchführt, der oder jeder Parameter aus einem aktuellen Parametersatz zugeführt. Zur benutzerspezifischen Einstellung der Bildaufbereitung sind in einem Vorlagenspeicher mehrere Standard-Parametersätze hinterlegt, aus denen der aktuelle Parametersatz auswählbar ist. Gleichzeitig sind in einem Bildvorlagenspeicher Bilddaten hinterlegt, unter deren Verwendung zu jedem hinterlegten Standard-Parametersatz ein zugehöriges Vorlagebild für einen Benutzer zur Auswahl angezeigt werden kann. Die Auswahl des aktuellen Parametersatzes aus den verfügbaren Standard-Parametersätzen erfolgt nun erfindungsgemäß nicht direkt, sondern indem der Benutzer das zugehörige Vorlagebild auswählt.

Der Zwischenspeicher, der Vorlagenspeicher und der Bildvorlagenspeicher sind vorzugsweise abgegrenzte Bereiche auf einem oder mehreren gemeinsam verwendeten Speichermedien, z.B. dem Arbeitsspeicher eines Rechners oder einer Festplatte.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die zugehörige Bildaufbereitungseinheit ermöglichen eine intuitive Einstellung einer Röntgenvorrichtung, zumal dem Benutzer die Art und

Weise der gewünschten Bildaufbereitung nicht anhand der abstrakten Parametersätze zur Auswahl gestellt wird, sondern anhand der Vorlagebilder, die dem Benutzer einen konkreten Eindruck des zu erwartenden Endergebnisses der Bildaufbereitung vermitteln. Für die Einstellung der Röntgenvorrichtung ist dadurch kein detailliertes Wissen über die technischen Details der Bildaufbereitung, z.B. Wissen über die Wirkung der einzelnen Parameter notwendig. Die Einstellung der Röntgenvorrichtung kann daher mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens weitgehend selbständig von dem medizinischen Applikationspersonal und insbesondere ohne Unterstützung von technischem Personal durchgeführt werden.

In einer einfachen Form des Verfahrens ist nur ein einzelner Standard-Parametersatz aus den zur Verfügung stehenden Standard-Parametersätzen auswählbar, der bei Auswahl identisch als aktueller Parametersatz übernommen wird. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist darüber hinaus vorgesehen, dass der Benutzer auch mehrere Standard-Parametersätze gleichzeitig auswählen kann, aus denen dann der aktuelle Parametersatz durch Interpolation erstellt wird. Hierzu verfügt die Bildaufbereitungseinheit in einer vorteilhaften Ausgestaltung über einen Kombinationsmodul, dem die ausgewählten Standard-Parametersätze zugeführt werden.

Vorzugsweise wird der aktuelle Parametersatz aus einer parameterspezifischen Linearkombination der ausgewählten Standard-Parametersätze gebildet, wobei die einzelnen ausgewählten Standard-Parametersätze vom Benutzer bevorzugt beliebig gewichtet werden können. „Parameter-spezifisch“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die genannte Linearkombination für jeden Parameter des Parametersatzes separat gebildet wird. Umfasst der Parametersatz ein zweidimensionales Feld oder eine Matrix von Parametern p_{ij} ($i, j = 1, 2, 3, \dots$), so wird die parameterspezifische Linearkombination der aus den zur Verfügung stehenden Standard-Parametersätzen $p^{Nr.k}$ ($k = 1, 2, \dots$,

K) ausgewählten Standard-Parametersätze $p^{Nr.1}$ ($l = k_1, k_2, \dots$ mit $k_1, k_2, \dots \in 1, 2, \dots, K$) mathematisch durch die Gleichung

$$p_{ij}^{akt} = \sum_l a_l \cdot p_{ij}^{Nr.l} \quad \text{GLG 1}$$

5

wiedergegeben. Das Symbol $p_{ij}^{Nr.1}$ steht in GLG 1 für den Parameter p_{ij} , der in dem ausgewählten Standard-Parametersatz $p^{Nr.1}$ enthalten ist. Ebenso steht das Symbol p_{ij}^{akt} für den Parameter p_{ij} im aktuellen Parametersatz p^{akt} . Die Summe in GLG 1 läuft über alle ausgewählten Standard-Parametersätze $p^{Nr.1}$ ($l = k_1, k_2, \dots$). Das Symbol a_l bezeichnet den Wichtungsfaktor des ausgewählten Standard-Parametersatzes $p^{Nr.1}$. Jeder Wichtungsfaktor a_l ist eine Zahl, deren Wert zwischen 0 und 1 liegt, wobei die Summe aller Wichtungsfaktoren a_l ($l = k_1, k_2, \dots$) 1 ergibt.

15

Enthält der Parametersatz Parameter $p_{ij}(x)$, die in Form einer Funktion definiert sind, so wird die parameter-spezifische Linearkombination durch die Gleichung

20

$$p_{ij}^{akt}(x) = \sum_l a_l \cdot p_{ij}^{Nr.l}(x). \quad \text{GLG 2}$$

wiedergegeben.

25

In einer Variante des Verfahrens ist vorgesehen, dass zu jedem Standard-Parametersatz bereits aufbereitete Vorlagebilder hinterlegt sind. Jedes hinterlegte Vorlagebild ist also gegenüber dem zugrundeliegenden Rohbild entsprechend dem zugehörigen Standard-Parametersatz bereits modifiziert. Diese Bilddaten sind dem Benutzer direkt anzeigbar. Bei dieser Verfahrensvariante die Anzeige der Vorlagebilder daher mit vergleichsweise geringem Datenverarbeitungsaufwand verbunden.

30

In einer alternativen Ausführung des Verfahrens ist demgegenüber vorgesehen, dass Bilddaten hinterlegt sind, die einem von der Röntgenvorrichtung aufgenommenen Rohbild entsprechen.

35

- Das Vorlagebild wird hierbei vor der Anzeige erst erstellt, indem die hinterlegten Rohbilddaten zunächst dem oder den Bildbearbeitungsmodulen zugeführt und entsprechend dem zugehörigen Standard-Parametersatz modifiziert werden. Der Vorteil dieser Verfahrensvariante liegt in ihrer Flexibilität. Insbesondere ist bei dieser Verfahrensvariante auch eine Änderung der Standard-Parametersätze problemlos möglich, ohne die hinterlegten Bilddaten ausgetauscht werden müssen.
- 10 Zweckmäßigerweise ist das zur Verfügung gestellte Angebot an hinterlegten Standard-Parametersätzen dahingehend diversifiziert, dass für unterschiedliche zu untersuchende Körperteile (z.B. Thorax, Hüfte, Abdomen, Schädel, Extremitäten, etc.), jede Aufnahmeprojektion (z.B. lateral, anterior-posterior) und
- 15 gegebenenfalls verschiedene Generatoreinstellungen, die sich beispielsweise hinsichtlich Spannung, Strom, Filterung oder Dosis unterscheiden, unterschiedliche Standard-Parametersätze hinterlegt sind.
- 20 Die vorstehend beschriebene Bildaufbereitungseinheit ist erfindungsgemäß in einer Röntgenvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 enthalten. Diese Röntgenvorrichtung umfasst insbesondere einen Röntgenstrahler zur Erzeugung einer Röntgenstrahlung und einen digitalen Röntgendetektor zur
- 5 Aufnahme eines Röntgenbildes. Das Röntgenbild wird in Form von Bilddaten der erfindungsgemäßen Bildaufbereitungseinheit zugeführt, die Bestandteil eines bevorzugt rechnergestützten Steuer- und Auswertesystems ist.
- 30 Der Vorteil dieser Röntgenvorrichtung besteht insbesondere darin, dass der im Zuge ihrer Installation erforderliche Einstellungsprozess der Bildaufbereitungsparameter vereinfacht ist und weitgehend selbständig von dem Applikationspersonal vorgenommen werden kann.
- 35 Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- FIG 1 in einer schematischen Darstellung eine Röntgenvorrichtung mit einem Röntgenstrahler, einem digitalen Röntgendetektor und einem eine Bildaufbereitungseinheit umfassenden Steuer- und Auswertesystem,
- FIG 2 in einer perspektivischen und teilweise aufgeschnittenen Schemadarstellung den Röntgendetektor,
- FIG 3 in einem vereinfachten Blockschaltbild die Bildaufbereitungseinheit der Vorrichtung gemäß FIG 1,
- FIG 4 in einer Darstellung gemäß FIG 3 eine erweiterte Ausführung der Bildaufbereitungseinheit,
- FIG 5 in einer Darstellung gemäß FIG 3 eine alternative Ausführung der Bildaufbereitungseinheit, und
- FIG 6 in einer beispielhaften Gegenüberstellung ein von dem Röntgendetektor aufgenommenes Rohbild sowie zwei unter Verwendung unterschiedlicher Standard-Parametersätze modifizierte Endbilder.

Einander entsprechende Teile und Größen sind in den Figuren stets mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die in FIG 1 schematisch dargestellte Röntgenvorrichtung 1 umfasst einen Röntgenstrahler 2, einen digitalen Röntgendetektor 3 sowie ein Steuer- und Auswertesystem 4. Dem Röntgenstrahler 2 und dem Röntgendetektor 3 sind in Strahlungsrichtung 5 eine Tiefenblende 6 und ein Streustrahlenraster 7 zwischengeschaltet. Die Tiefenblende 6 dient hierbei dazu, ein Teilbündel einer gewünschten Größe aus der vom Röntgenstrahler 2 erzeugten Röntgenstrahlung R auszuschneiden, das durch eine zu untersuchende Person 8 oder einen zu untersuchenden Gegenstand und das Streustrahlenraster 7 auf den Röntgendetektor 3 fällt. Das Streustrahlenraster 7 dient

dabei zur Ausblendung von seitlicher Streustrahlung, die das vom Röntgendetektor 3 aufgenommene Röntgenbild verfälschen würde.

- 5 Der Röntgenstrahler 2 und der Röntgendetektor 3 sind an einem Stativ 9 oder oberhalb und unterhalb eines Untersuchungstischs verstellbar befestigt.

10 Das Steuer- und Auswertesystem 4 umfasst eine Steuereinheit 10 zur Ansteuerung des Röntgenstrahlers 2 und/oder des Röntgendetektors 3 sowie zur Erzeugung einer Versorgungsspannung für den Röntgenstrahler 2. Die Steuereinheit 10 ist über Daten- und Versorgungsleitungen 11 mit dem Röntgenstrahler 2 verbunden. Das Steuer- und Auswertesystem 4 umfasst weiterhin
15 eine Bildaufbereitungseinheit 12. Die Bildaufbereitungseinheit 12 ist bevorzugt Bestandteil einer Datenverarbeitungsanlage 13, die zusätzlich zu bildverarbeitender Software eine Bediensoftware für die Röntgenvorrichtung 1 enthält. Die Datenverarbeitungsanlage 13 ist über Daten- und
20 Systembusleitungen 14 mit der Steuereinheit 10 und dem Röntgendetektor 3 verbunden. Die Datenverarbeitungsanlage 13 ist weiterhin zur Ein- und Ausgabe von Daten mit Peripheriegeräten, insbesondere einem Bildschirm 15, einer Tastatur 16 und einer Maus 17 verbunden.

5 Der in FIG 2 im Detail dargestellte Röntgendetektor 3 ist ein so genannter Festkörperdetektor. Er umfasst eine flächige aktive Auslesematrix 18 aus amorphem Silizium (aSi), die mit einer Röntgenkonverterschicht 19, z.B. aus Cäsiumjodid (CsJ),
30 beschichtet ist. In dieser Röntgenkonverterschicht 19 wird die in Strahlungsrichtung 5 auftreffende Röntgenstrahlung R in sichtbares Licht umgewandelt, welches in Fotodioden 20 der Auslesematrix 18 in elektrische Ladung umgewandelt wird. Diese elektrische Ladung wird wiederum orts aufgelöst in der
35 Auslesematrix 18 gespeichert. Die gespeicherte Ladung kann, wie in dem in FIG 2 vergrößert dargestellten Ausschnitt 21 angedeutet ist, durch elektronische Aktivierung 22 eines

jeder Fotodiode 20 zugeordneten Schaltelements 23 in Richtung des Pfeils 24 an eine nur schematisch angedeutete Elektronik 25 ausgelesen werden. Die Elektronik 25 erzeugt digitale Bilddaten B durch Verstärkung und Analog-Digital-Wandlung der ausgelesenen Ladung. Die Bilddaten B werden über die Daten- und Systembusleitung 14 an die Bildaufbereitungseinheit 12 übermittelt.

Die Bildaufbereitungseinheit 12 ist bevorzugt in Form eines in der Datenverarbeitungsanlage 13 implementierten Softwaremoduls realisiert. Ein vereinfachtes Blockschaltbild der Bildaufbereitungseinheit 12 ist in FIG 3 dargestellt. Die vom Röntgendetektor 3 produzierten Bilddaten B werden demgemäss zunächst einem Eingangsspeicher 26 zugeführt. Der Eingangsspeicher 26 enthält somit Bilddaten B, die einem „Rohbild“ I_0 , d.h. einem unaufbereiteten Röntgenbild entsprechen. Ausgehend vom Eingangsspeicher 26 werden die Bilddaten B sukzessive einer Anzahl von Bildbearbeitungsmodulen A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) zugeführt, deren jeder die Bilddaten B auf eine vorgegebene Weise modifiziert. Bei den Bildbearbeitungsmodulen A_i handelt es sich beispielsweise um ein Bildschärfemodul, Filtermodule (insbesondere Tiefpass-, Hochpass-, Medianfilter und Kombinationen davon), Kontrast- und Helligkeitsmodule, frequenzband-abhängige Filtermodule oder Module zur kennlinien-abhängigen Modifikation der Bilddaten. Jedes Bildbearbeitungsmodul A_i wird durch einen oder mehrere Parameter p_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m_i$) angesteuert.

Beispielhaft sei angenommen, dass das erste Bildbearbeitungsmodul A_1 ein Modul zur Konturen hervorhebung („edge enhancement“) ist. Als diesem Modul A_1 zugeordneten Parameter p_{11} , p_{12} , p_{13} , ... können beispielsweise die Größe des Filterkerns, der Beimischungsgrad eines Hochpassbildes, ein Signalpegel, oberhalb - oder unterhalb - dessen der Filter wirkt bzw. unterdrückt wird od.dgl. herangezogen werden.

Jeder Parameter p_{ij} kann ferner eine einzelne Zahl enthalten oder eine Kennlinie $p_{ij}(x)$, d.h. eine funktionale Abhängigkeit.

- 5 Die Gesamtheit aller Parameter p_{ij} wird als Parametersatz P bezeichnet. Der Parametersatz P kann beispielsweise als zweidimensionales Feld oder Matrix der einzelnen Parameter p_{ij} dargestellt oder datentechnisch gehandhabt werden.
- 10 Im Betrieb der Röntgenvorrichtung 1 wird den Bildbearbeitungsmodulen A_i ein aktueller Parametersatz p^{akt} zur Verfügung gestellt. Dieser aktuelle Parametersatz p^{akt} ist bevorzugt in einem Zwischenspeicher 27 abgelegt.
- 15 Die in dem aktuellen Parametersatz p^{akt} enthaltenen Parameterwerte bilden sozusagen die Grundeinstellung der Bildaufbereitungseinheit 12. Entsprechend den im aktuellen Parametersatz p^{akt} niederlegten Parametern p_{ij} modifizieren die Bildbearbeitungsmodule A_i die Bilddaten B . Die derart
20 modifizierten Bilddaten B , die nunmehr ein „Endbild“ I_1 enthalten, werden in einem Ausgangsspeicher 28 abgelegt. Das Endbild I_1 kann dann z.B. auf dem Bildschirm 15 angezeigt werden.
- 5 Wenn das Endbild I_1 den Erwartungen des Benutzers nicht entspricht, kann dieser den aktuellen Parametersatz p^{akt} , und damit die Einstellungen der Bildaufbereitung, ändern. Hierfür ist die Bildaufbereitungseinheit 12 mit einem Vorlagenspeicher 29 versehen, in dem eine Anzahl von insgesamt K ($K =$
30 $2, 3, 4, \dots$) Standard-Parametersätzen $p^{Nr.k}$ hinterlegt ist. Der Buchstabe k ($k = 1, 2, 3, \dots$) steht hierbei für einen Zählindex, der zur Identifizierung des einzelnen Standard-Parametersatzes $p^{Nr.1}, p^{Nr.2}, \dots$ dient.
- 35 Bei der in FIG 3 dargestellten einfachen Variante der Bildaufbereitungseinheit 12 kann der Benutzer, wie nachstehend näher beschrieben, einen einzelnen Standard-Parametersatz

$p^{Nr.1}$ ($1 \in 1, 2, \dots, K$) aus den zu Verfügung stehenden Standard-Parametersätzen $p^{Nr.k}$ auswählen, der dem aktuellen Parametersatz p^{akt} zugeordnet wird, dessen Parametereinstellungen also auf den aktuellen Parametersatz p^{akt} übertragen werden.

5

Um dem Benutzer eine intuitive Auswahl des gewünschten Standard-Parametersatzes $p^{Nr.1}$ zu ermöglichen, enthält die Bildaufbereitungseinheit 12 weiterhin einen Bildvorlagenspeicher 30. In diesem Bildvorlagenspeicher 30 ist in Form

10

von Bilddaten B zu jedem Standard-Parametersatz $p^{Nr.k}$ ein Vorlagebild $v^{Nr.k}$ hinterlegt, welches auf dem Bildschirm 15 anzeigbar ist. Jedes Vorlagebild $v^{Nr.k}$ entspricht einem Endbild, d.h. einem entsprechend den Parameterwerten des zugehörigen Standard-Parametersatzes $p^{Nr.k}$ modifizierten

15

Rohbild. Das Vorlagebild $v^{Nr.k}$ vermittelt dem Benutzer somit einen visuellen Eindruck davon, welches Endergebnis hinsichtlich der Bildaufbereitung bei Auswahl eines bestimmten Standard-Parametersatzes $p^{Nr.k}$ zu erwarten ist. Der Benutzer wählt nun den gewünschten Standard-Parametersatz $p^{Nr.k}$ indirekt, indem er das zugehörige Vorlagenbild $v^{Nr.k}$ auswählt.

20

Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass er mit der Maus 17 das am Bildschirm 15 dargestellte Vorlagenbild $v^{Nr.k}$ anklickt oder mittels der Tastatur 16 den entsprechenden Zählindex k oder eine anderweitige Kennung des Vorlagebilds

5

$v^{Nr.k}$ eingibt. Ein großer Vorteil des Verfahrens liegt insbesondere darin, dass der Benutzer mit den abstrakten Parametern p_{ij} der Bildaufbereitung nicht mehr zwangsweise in Berührung kommt. Dies erleichtert insbesondere solchen Benutzern, die mit den technischen Details der Bildaufbereitung nicht vertraut sind, die Handhabung der Röntgenvorrichtung 1.

30

Bevorzugt werden verschiedenen Standard-Parametersätze $p^{Nr.k}$ für verschiedene zu untersuchende Körperteile oder -organe, verschiedene Aufnahmeprojektionen und verschiedene Einstellungen des Röntgengenerators bereitgestellt. Beispielsweise

35

beinhalten die ersten fünf Standard-Parametersätze $p^{Nr.1}$ bis $p^{Nr.5}$ unterschiedliche Bildaufbereitungsvarianten, die zur

Aufnahme des Brustkorbs (Thorax) bei frontaler Aufnahmeprojektion (anterior-posterior) und einer bestimmten Generatoreinstellung vorgesehen sind. Die folgenden fünf Standard-Parametersätze $p^{Nr.6}$ bis $p^{Nr.10}$ könnten beispielsweise unterschiedliche Parametereinstellungen für Thorax-Aufnahmen bei lateraler Aufnahmeprojektion bereit stellen, usw. Es ist leicht ersichtlich, dass die Anzahl der für alle Standardfälle bereitzustellenden Standard-Parametersätze $p^{Nr.k}$ sehr groß werden kann. Um den Benutzer aus dieser Vielzahl von Standard-Parametersätzen $p^{Nr.k}$ die Auswahl zu erleichtern, ist zweckmäßigerweise eine (nicht näher dargestellte) Menüführung vorgesehen, die den Benutzer schrittweise zum Ziel führt. Beispielsweise wird der Benutzer dazu aufgefordert, zunächst das zu untersuchende Organ, die gewünschte Aufnahmeprojektion und die Generatoreinstellung zu spezifizieren. Zur Auswahl des zu verwendenden Parametersatzes werden dem Benutzer anschließend nur diejenigen Vorlagebilder $v^{Nr.k}$ angezeigt, die der vorausgewählten Kombination aus Organ, Projektion und Generatoreinstellung entsprechen.

In FIG 4 ist eine erweiterte Ausführung der Bildaufbereitungseinheit 12 dargestellt. Bei dieser Ausführung kann der Benutzer nicht nur eine einfache Auswahl eines einzelnen Standard-Parametersatzes $p^{Nr.1}$ als aktuellen Parametersatz p^{akt} treffen. Er kann vielmehr auch mehrere Standard-Parametersätze $p^{Nr.1}$ ($1 = k_1, k_2, \dots$ mit $k_1, k_2 \in 1, 2, \dots, K$) gleichzeitig auswählen, aus denen in einem Kombinationsmodul 31 der aktuelle Parametersatz P interpolativ erstellt wird. Der Benutzer trifft hierbei eine gewichtete Auswahl, d.h. er wird aufgefordert, den relativen Beitrag jedes ausgewählten Standard-Parametersatzes $p^{Nr.1}$ durch Angabe eines zugehörigen Wichtigkeitsfaktors a_1 zu spezifizieren.

Der Benutzer kann beispielsweise den ersten und dritten Parametersatz $p^{Nr.1}$ und $p^{Nr.3}$ in einem Wichtungsverhältnis von 40:60 auswählen. Dies entspricht in der hier verwendeten Nomenklatur $k_1 = 1$, $k_2 = 3$ sowie $a_1 = 0,4$ und $a_3 = 0,6$. Der

Kombinationsmodul 31 erstellt anhand der ausgewählten Standard-Parametersätze $p^{Nr.1}$ und Wichtungsfaktoren a_1 den aktuellen Parametersatz p^{akt} durch Bildung der parameter-spezifischen Linearkombination gemäß den GLG 1 und 2. Das Ergebnis
 5 wird im Zwischenspeicher 27 als neuer aktueller Parametersatz p^{akt} abgelegt.

Bei einer, in FIG 5 dargestellten Variante der Bildaufbereitungseinheit 12 sind im Bildvorlagenspeicher 30 keine
 10 Endbilder, sondern Rohbildvorlagen V_o ($o = 1, 2, 3, \dots$) gespeichert. Der Bildvorlagenspeicher 30 umfasst vorteilhafterweise Rohbilder der verschiedenen zu untersuchenden Organe in unterschiedlichen Aufnahmeprojektionen und bei unterschiedlichen Generatoreinstellungen. Der Index o dient
 15 hierbei zur Identifizierung der einzelnen Rohbildvorlagen V_o .

Zur Anzeige eines einem vorgegebenen Standard-Parametersatz $p^{Nr.k}$ zugeordneten Vorlagebilds $V^{Nr.k}$ wird zunächst (in nicht näher dargestellter Weise) eine Rohbildvorlage V_o ausgewählt,
 20 die hinsichtlich der Kombination aus Organ, Aufnahmeprojektion und Generatoreinstellung mit dem Standard-Parametersatz $p^{Nr.k}$ übereinstimmt. Diese Rohbildvorlage V_o wird den Bearbeitungsmodulen A_i zugeführt und nach Vorgabe der im Standard-Parametersatz $p^{Nr.k}$ enthaltenen Parameter $p_{ij}^{Nr.k}$ modifiziert.
 5 Das auf diese Weise aus der Rohbildvorlage V_o erstellte Vorlagebild $V^{Nr.k}$ wird auf dem Bildschirm 15 zur Anzeige gebracht.

Zur Verdeutlichung sind in FIG 6 eine vom Röntgendetektor 3
 30 aufgenommene Thorax-Aufnahme im Rohbild I_o sowie in zwei unterschiedlichen Endbildern I_1 und I_1' beispielhaft gegenübergestellt. Zur Bildaufbereitung wurde hier jeweils ein Bearbeitungsmodul A_1 verwendet, das eine Grauwertverschiebung der einzelnen Bildpunkte gemäß einer Kennlinie, d.h. einem
 35 funktionalen Parameter $p_1(x)$ vornimmt. Der unterschiedliche optische Eindruck der Endbilder I_1 und I_1' rührt daher, dass der Parameter $p_1(x)$ zur Erstellung der Endbilder I_1 und I_1'

200304495

14

zwei unterschiedlichen Standard-Parametersätzen $P^{Nr.1}$ bzw.
 $P^{Nr.2}$ entnommen wurde.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bildaufbereitung von digitalen Röntgen-
bildern, bei dem an Bilddaten (B) von mindestens einem
5 Bildbearbeitungsmodul (A_1) in Abhängigkeit von mindestens
einem Parameter (p_{ij}) eine vorgegebene Modifikation
durchgeführt wird,
 - wobei der oder jeder Parameter (p_{ij}) dem Bildverarbei-
tungsmodul (A_1) aus einem aktuellen Parametersatz (p^{akt})
10 zugeführt wird,
 - wobei mehrere Standard-Parametersätze ($p^{Nr.k}$) hinterlegt
sind, aus denen der aktuelle Parametersatz (p^{akt}) auswähl-
bar ist,
 - wobei zu jedem Standard-Parametersatz ($p^{Nr.k}$) unter Verwen-
15 dung von hinterlegten Bilddaten ein zugehöriges Vorlage-
bild ($v^{Nr.k}$) anzeigbar ist,
 - wobei die Auswahl des Standard-Parametersatzes ($p^{Nr.k}$)
durch Auswahl des zugehörigen Vorlagebildes ($v^{Nr.k}$)
erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , dass mehrere Standard-Parametersätze ($p^{Nr.k}$)
gleichzeitig auswählbar sind, und dass der aktuelle
Parametersatz (p^{akt}) aus den ausgewählten Standard-
5 Parametersätzen ($p^{Nr.1}$) erstellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , dass der aktuelle Parametersatz (p^{akt}) durch
parameter-spezifische Linearkombination der ausgewählten
30 Standard-Parametersätze ($p^{Nr.k}$) erstellt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass zur Anzeige des Vorlagebilds
($v^{Nr.k}$) Bilddaten (B) eines entsprechend dem zugehörigen
35 Standard-Parametersatz ($p^{Nr.k}$) modifizierten Endbildes
hinterlegt sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass Bilddaten (B) eines
Rohbildes (V_0) hinterlegt sind, die zur Anzeige der
Bildvorlage ($V^{Nr.k}$) durch den mindestens einen Bildbe-
5 arbeitungsmodul (A_i) in Abhängigkeit des zugehörigen Stan-
dard-Parametersatzes ($P^{Nr.k}$) modifiziert werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass für unterschiedliche zu
10 untersuchende Organe, unterschiedliche Aufnahmeprojektionen
und/oder unterschiedliche Generatoreinstellungen verschiedene
Standard-Parametersätze ($P^{Nr.k}$) hinterlegt sind.
7. Bildaufbereitungseinheit (12) für eine Röntgenvorrichtung
15 (1), mit mindestens einem Bildbearbeitungsmodul (A_i), welcher
dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von mindestens einem
Parameter (p_{ij}) eine vorgegebene Modifikation von Bilddaten
(B) durchzuführen, mit einem Vorlagenspeicher (29), in
welchem mehrere Standard-Parametersätze ($P^{Nr.k}$) hinterlegt
20 sind, aus denen der aktuelle Parametersatz (P^{akt}) auswählbar
ist, mit einem Bildvorlagenspeicher (30), in welchem Bild-
daten (B) hinterlegt sind, unter deren Verwendung zu jedem
Standard-Parametersatz ($P^{Nr.k}$) ein zugehöriges Vorlagebild
($V^{Nr.k}$) anzeigbar ist, wobei ein Vorlagenbild ($V^{Nr.k}$) aus-
5 wählbar ist und durch Auswahl des Vorlagenbilds ($V^{Nr.k}$) die
Auswahl des zugehörigen Standard-Parametersatzes ($P^{Nr.k}$)
erfolgt.
8. Bildaufbereitungseinheit (12) nach Anspruch 7, d a -
30 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die gleichzeitige
Auswahl mehrerer Standard-Parametersätze ($P^{Nr.k}$) ermöglicht
ist, und dass ein Kombinationsmodul (31) vorgesehen ist, das
dazu ausgebildet ist, den aktuellen Parametersatz (P^{akt}) aus
den ausgewählten Standard-Parametersätzen ($P^{Nr.k}$) zu
35 erstellen.

9. Bildaufbereitungseinheit (12) nach Anspruch 8, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der
Kombinationsmodul (31) dazu ausgebildet ist, den aktuellen
Parametersatz (P^{akt}) aus einer parameter-spezifischen
5 Linearkombination der ausgewählten Standard-Parametersätze
($P^{Nr.k}$) zu berechnen.
10. Röntgenvorrichtung (1) mit einem Röntgenstrahler (2),
einem digitalen Röntgendetektor (3) und einem Steuer- und
10 Auswertesystem (4), wobei das Steuer- und Auswertesystem (4)
eine Bildaufbereitungseinheit (12) nach einem der Ansprüche 7
bis 9 umfasst.
11. Röntgenvorrichtung (1) nach Anspruch 10, d a d u r c h
15 g e k e n n z e i c h n e t , dass der Röntgendetektor (3) ein
Festkörperdetektor mit einer aktiven Auslesematrix (18) aus
amorphen Silizium ist.

Zusammenfassung

Verfahren zur Bildaufbereitung von Röntgenbildern sowie
zugehörige Bildaufbereitungseinheit

5

Zur Vereinfachung der Einstellung einer digitalen Röntgen-
vorrichtung (1) hinsichtlich der Bildaufbereitung der Rönt-
genbilder werden ein Verfahren und eine zur Durchführung des
Verfahrens vorgesehene Bildaufbereitungseinheit angegeben.

10

Danach wird an den Bilddaten (B) des Röntgenbilds von
mindestens einem Bildbearbeitungsmodul (A_i) in Abhängigkeit
von mindestens einem Parameter (p_{ij}) eine vorgegebene
Modifikation durchgeführt,

15

- wobei der oder jeder Parameter (p_{ij}) dem Bildverarbeitungs-
modul (A_i) aus einem aktuellen Parametersatz (P^{akt})
zugeführt wird,

- wobei mehrere Standard-Parametersätze ($P^{Nr.k}$) hinterlegt
sind, aus denen der aktuelle Parametersatz (P^{akt}) auswähl-
bar ist,

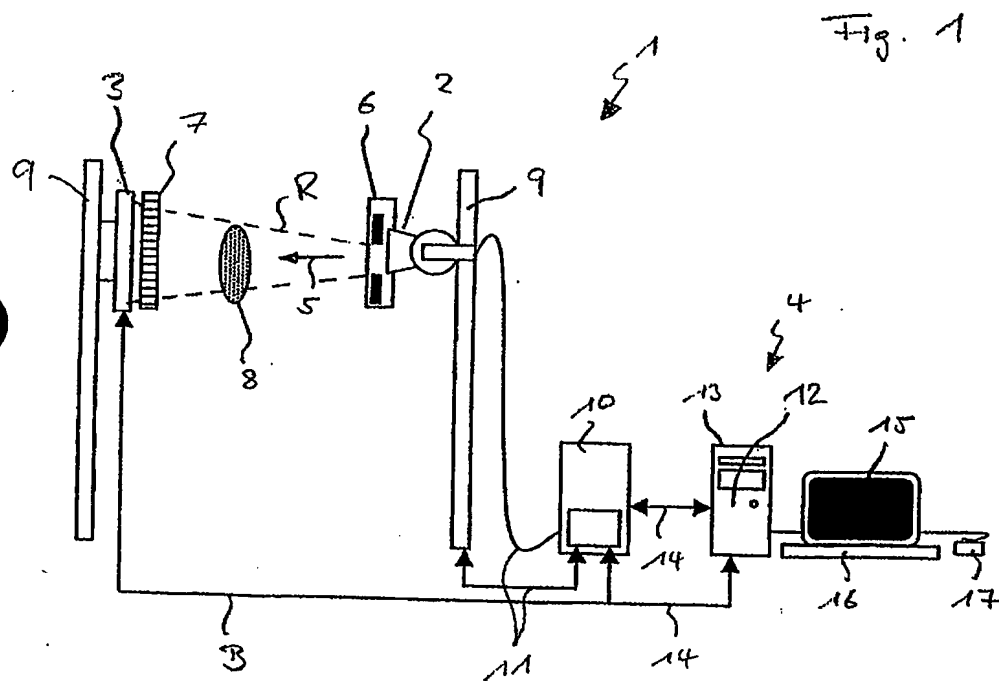
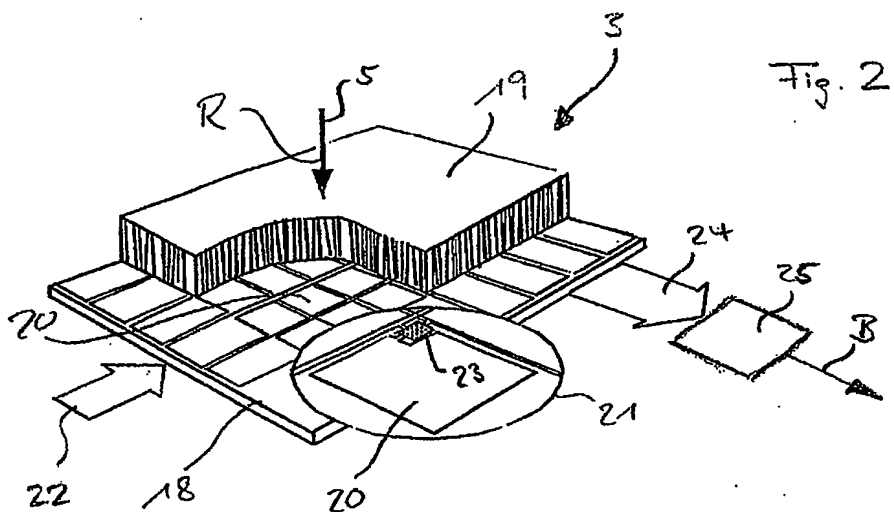
20

- wobei zu jedem Standard-Parametersatz ($P^{Nr.k}$) unter Ver-
wendung von hinterlegten Bilddaten ein zugehöriges Vor-
lagebild ($V^{Nr.k}$) anzeigbar ist,

- wobei die Auswahl des Standard-Parametersatzes ($P^{Nr.k}$)
durch Auswahl des zugehörigen Vorlagebildes ($V^{Nr.k}$)
erfolgt.

5

FIG 3



$2/3$

The diagram illustrates a power supply system 12. It consists of a main power path and a feedback/control path. The main path includes a voltage source 3, a switch 26 carrying current I_0 , a series of amplifiers A_1, A_2, \dots, A_n , and a final load 28 carrying current I_1 . All these are connected to a common bus 3. A feedback loop 27 monitors the output of each amplifier stage, receiving signals p_{ij} . These signals are processed by a control unit 30, which generates control signals $v_{Nr.k}$ fed back to the amplifiers through the bus 3. Additionally, a reference input 15 provides a signal k to the control unit 30.

[illegible]

200304495

3/3

Fig. 5

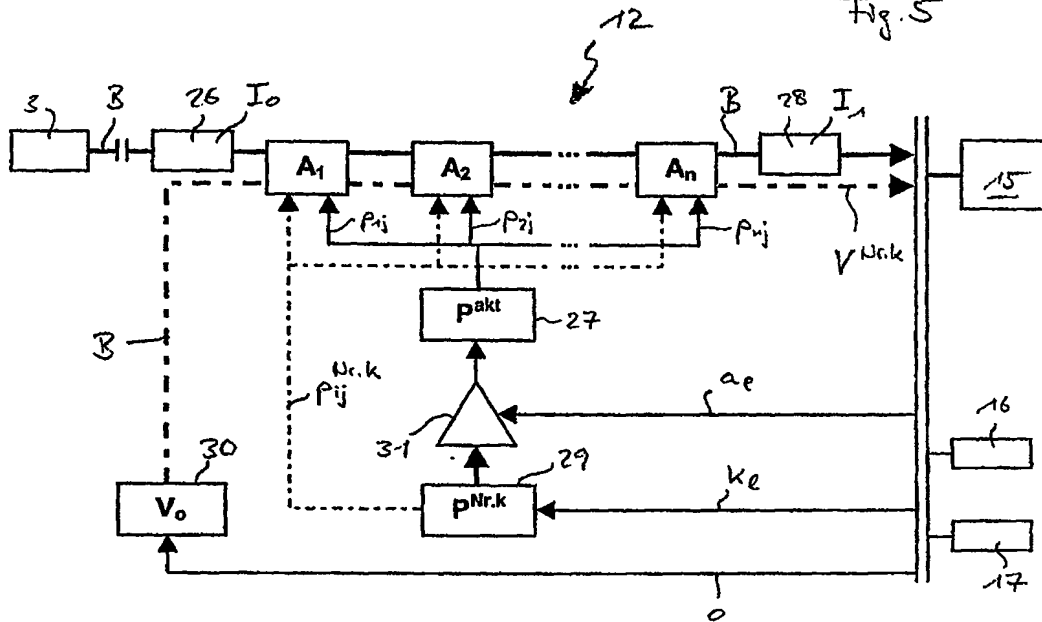
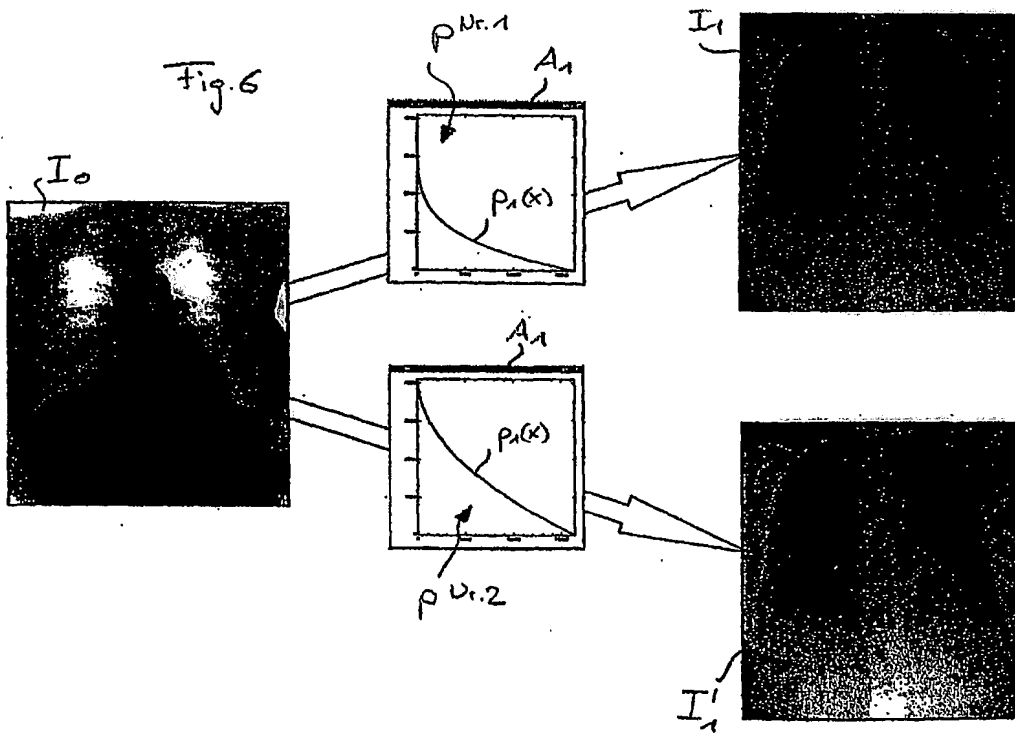


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.